



USO RACIONAL DE ENERGÍA Y CONSERVACIÓN DE BOSQUES EN LA PATAGONIA ANDINA

Alejandro D. González *, Sebastián Gortari **, Ernesto Crivelli *

*- Conicet, y Grupo de Estudios Ambientales, Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue, 8400 Bariloche, RN. e-mail: agonzalez@crub.uncoma.edu.ar, crivelli@crub.uncoma.edu.ar

**-. Grupo de Servicios de Ingeniería, Temadi, CAB-IB, CNEA, 8400 Bariloche, gortari@cab.cnea.gov.ar

RESUMEN: Se estudian las condiciones de uso de la energía en la región cordillerana patagónica. Se presentan resultados preliminares de una encuesta en viviendas unifamiliares de la ciudad de Bariloche. Se observa que los cerramientos son inadecuados para el clima regional, con aislaciones ineficientes, infiltraciones y vidrios simples. Para gas natural, se obtiene alto consumo energético relativo a la prestación. Fuera de la red de gas se utiliza la leña, ya sea como complemento del gas envasado o como combustible principal. Por unidad de energía, el precio del gas envasado es de 8 a 12 veces mayor al de red. La fuerte presencia de turismo en zona de montaña genera también una necesidad adicional que presiona sobre el consumo de leña. Se proponen aquí algunas estrategias para mejorar el uso de los recursos energéticos, con énfasis en la problemática particular de la región.

Palabras clave: energía residencial, eficiencia en aislaciones, leña, recursos alternativos, conservación de bosques

INTRODUCCIÓN

El uso residencial de energía y su dimensión ambiental, en otras regiones del país, ha sido estudiado por otros autores. Para la región metropolitana del Gran La Plata, se investigaron con detalle los cambios observados en los patrones de consumo residencial entre las décadas del '80 y '90 (Rosenfeld et al., 2003). Para la misma región, Czajkowski et al. (2003a) describen encuestas y auditorías detalladas para determinar el uso de gas, y las posibilidades de ahorro de cada segmento de consumidores. También se desarrollaron modelos para evaluar la demanda para un nivel de confort estándar (Czajkowski et al., 2003b). Como referencia de la evaluación energética global en Holanda, y como comparación con estándares europeos, el trabajo de Vringer y Blok (1995) describe el resultado del consumo directo e indirecto en una muestra de casi 3000 hogares.

Para la zona rural, la relación entre el uso de recursos energéticos y la conservación de bosques y de fauna ha sido estudiado previamente. Por ejemplo, en la reserva de Wolong, China, Li et al (2002) estudiaron el impacto de la introducción de recursos alternativos a la leña, en la preservación de fauna específica afectada por la recolección de madera. Un trabajo detallado de comparación de recursos alternativos a la leña, en India, fue realizado por Ravindranah y Ramakrishna (1997). Para regiones en donde es habitual el uso de leña, también se ha estudiado la eficiencia de diferentes equipos (FAO, 2001).

En este trabajo, estudiamos el uso de la energía en el sector residencial de la ciudad de Bariloche, Provincia de Río Negro. Es el comienzo de un proyecto más abarcativo en donde se busca entender las necesidades energéticas en la zona cordillerana patagónica. En esta región existe una diversidad de construcciones, actividades y usos, con fuerte influencia turística y con condiciones climáticas severas en la mayor parte del año. No es poco habitual contar con nevadas en el mes de noviembre y con fuertes heladas en diciembre y enero.

RECURSOS DISPONIBLES Y SITUACIÓN DEL USUARIO RESIDENCIAL

Considerando la región Andino Patagónica que abarca los Parques Nacionales Nahuel Huapi, Lago Puelo y Los Alerces, la porción de población con provisión de gas natural se concentra en la zona central de los centros urbanos. El Bolsón y la Comarca Andina del paralelo 42, por ejemplo, cuenta con 35% de usuarios conectados al servicio de gas natural. El resto de la población se calefacciona con leña, y generalmente calienta agua y cocina los alimentos con gas envasado. En pocos casos la red de gas natural se extiende a la periferia. En Bariloche, la provisión puede estimarse como similar a la media nacional, de alrededor del 60% de hogares conectados. Sin embargo, este porcentaje de usuarios puede representar alrededor de 50% de la población.

Dado el consumo elevado y la fuerte inmigración en la región, los gasoductos no alcanzan a abastecer la demanda total. En 2003/2004 se finalizó la ampliación del gasoducto que abastece a Bariloche, y hasta principio de 2005 pudieron habilitarse usuarios que se encontraban en lista de espera para ser conectados. Sin embargo, ya en los primeros meses del invierno de 2005 las empresas y municipios restringieron nuevamente las habilitaciones para nuevas conexiones a la red de gas. El aumento de la demanda en el último año agotó la capacidad de la ampliación del gasoducto recientemente terminada, y nuevamente se están haciendo gestiones para conseguir, o bien una nueva ampliación o la construcción de un gasoducto mayor con una traza distinta.

Por otro lado, la observación de las características edilicias y de los artefactos utilizados en la región patagónica cordillerana nos conduce a los siguientes resultados:

- Un buen número de construcciones están diseñadas con criterios de zona templada cálida, con alto porcentaje de locales con infiltraciones significativas, uso de pisos alisados o cerámicos en contacto térmico con el exterior, puertas placa simples o de chapa, aberturas de aluminio diseñadas para climas subtropicales, techos con aislación deficiente o inexistente, y vidrios sin barrera térmica.
- La tendencia actual en la construcción con fines turísticos utiliza estructura de madera con grandes superficies vidriadas y con pocas paredes. Uno de los objetivos es ofrecer un producto con carácter distintivo, y a su vez con grandes vistas al paisaje. También se busca disminuir los costos de construcción. Sin embargo, los vidrios son simples, de 3 o 4 mm de espesor.
- En cuanto a los artefactos se observa una predominancia de equipos a gas de calentamiento directo por llama, ya sea con gas natural o envasado, seguido de cocinas y estufas a leña, y finalmente soluciones con combustibles líquidos. No es habitual el sistema de calefacción con circulación de agua caliente. Los dispositivos a leña son de tipo primitivo, con consumo de oxígeno interior. En el caso de hogares a fuego abierto, se observa que lo habitual es construir las chimeneas sin compuerta de cierre.

Tanto en el aspecto edilicio como en el de artefactos, las eficiencias de consumo final son muy importantes, ya que determinan la relación entre el requerimiento y la necesidad. Con bajas eficiencias se aumenta desproporcionadamente el consumo para satisfacer la demanda de confort. Si, por otro lado, el recurso es de bajo precio, se tiende a incrementar el consumo en lugar de mejorar, o reemplazar, las soluciones obsoletas. Esto ya fue observado en detalle por otros autores al estudiar la situación en zonas rurales de China (Wang and Feng, 2001). En cuanto a la calidad edilicia, Czajkowski et al (2003a) estudiaron las características térmicas para diferentes versiones de las normas IRAM. En este último trabajo, también se discute la disminución de la calidad térmica edilicia en la década del '90, y la promoción de un elevado consumo que finalmente compensa las ineficiencias edilicias. Esta situación, descripta para la zona de La Plata es aplicable a la región de interés del presente trabajo.

Por motivos comerciales y de arraigo cultural, que escapan a este artículo, se usan para el gas envasado los mismos dispositivos y diseños constructivos que para el gas natural. Dependiendo de la localidad de la región cordillerana patagónica, el gas envasado tiene un precio por unidad de energía de 8 a 12 veces mayor que el de red. Entonces, el usuario de gas licuado termina instalando sistemas mixtos gas/leña, principalmente para la calefacción. En la práctica, también se resignan las condiciones de confort y posibilidades productivas, en función de los distintos niveles socio-económicos de aquellos desconectados a la red.

A modo de ejemplo: un tiro balanceado mediano, de 4000 kcal/h (4,6kW) de potencia, consume una garrafa de 10 kg de gas envasado en menos de 30 horas de funcionamiento a su potencia máxima. Este tiempo puede estimarse como 4 días de funcionamiento del calefactor en época fría no extrema. Como veremos luego con más detalle, el costo de 10 kg de este gas varía entre \$16 y \$25, según las condiciones de comercialización y subsidios aplicables en el lugar. El equivalente energético en cantidad de gas natural es de 12,8 m³, por lo que el usuario residencial conectado a la red paga \$1,30 con subsidio y \$2,40 sin subsidio. Si se usara energía eléctrica el costo equivalente sería de \$17 a \$24, dependiendo de la tarifa del lugar. Si se utilizara gasoil o kerosene se tendría un costo cercano a \$22. Esta comparación muestra un camino casi directo al uso de la leña. Como consecuencia de la relación de precios, y de las bajas eficiencias edilicias disponibles, el usuario no conectado al gas natural rara vez usará gas envasado, combustibles líquidos o electricidad para la calefacción. Este aspecto se discutirá cuantitativamente en vista de los consumos totales de la vivienda.

La madera es un recurso energético renovable. Usado racionalmente, puede constituirse en un vector energético confiable y de uso sostenible. Por ejemplo Finlandia, con fuerte actividad forestal, produce el 20% de su electricidad a través de residuos de forestación, de procesamiento de la madera y reciclados de su industria. Utilizando tecnologías que son bien conocidas, se obtienen rendimientos cercanos a 80% para producir electricidad y vapor en cogeneración (Energy, 2003). En menor escala, también se consiguen buenos rendimientos peletizando o chipeando residuos, y utilizándolos en dispositivos domiciliarios de carga controlada (FAO, 1991). Sin embargo, en ningún caso se han descrito sistemas de uso primitivo de la leña que reporten buenos rendimientos. Por ejemplo para cocción de alimentos, una investigación reciente (González, 2003) muestra que los rendimientos térmicos utilizando leña son de 2 a 4 veces menores si se los compara con artefactos a gas, y de 4 a 9 veces menores si se los compara con artefactos eléctricos. Wang y Feng (2001) también observaron que las eficiencias de laboratorio para cocinas y calefactores a leña no concuerdan con las obtenidas en la práctica, siendo éstas notablemente menores.

En el presente trabajo, señalamos que el uso de la energía en la región Andino Patagónica no se condice con las necesidades reales, sino que está fuertemente marcado por la ineficiencia edilicia y de equipos, y por la irracionalidad en el aprovechamiento de los recursos. Por el momento, con gas natural abundante y a precio bajo, los sectores conectados a la red no presionan en el uso de leña. Sin embargo, aquellos sectores no conectados que usan sistemas mixtos a gas envasado y leña, deben restringir de manera significativa las condiciones de confort residencial y las posibilidades de desarrollo en diversos emprendimientos económicos. En Bariloche esto genera una presión extra sobre el uso de leña en la zona periurbana. La Pampa de Huenuleo, la ladera sur del Cerro Otto, los cerros Carbón y Ventana, y los barrios Pilar y 34 Hectáreas son, de acuerdo a la opinión pública, las regiones con mayor número de incendios forestales intencionales desde 1996 (Diario Río Negro, 2005). Estas son zonas sin provisión de gas natural.

ESTIMACIONES DE REQUERIMIENTO ENERGÉTICO MEDIO

Se comenzó con una encuesta energética en viviendas unifamiliares de la ciudad de Bariloche. Se encuestaron 51 viviendas conectadas al gas natural. Se obtuvieron detalles edilicios, de equipos de calefacción, de cocción y agua caliente sanitaria. En 10 casos, los usuarios proveyeron sólo los consumos de invierno y verano típicos para gas natural. Entonces, para el análisis

que se muestra a continuación incluimos aquellos 41 encuestados de los que conocemos el espectro anual de consumo de gas para cada bimestre. Para electricidad, ya que representa una pequeña fracción del consumo global, se consideran sólo los consumos anuales. De esta muestra de 41, sólo 4 corresponden a departamentos, y 37 a casas unifamiliares separadas. La distribución geográfica es en su mayoría en barrios cercanos al centro de la ciudad. Se caracteriza la muestra a través de la superficie de la vivienda y de la cantidad de personas que la habitan. Por simplicidad, no se discrimina por edades, es decir, toda persona cuenta como un adulto. El promedio de la superficie de las viviendas de la muestra analizada es de 98 m², con un promedio de habitantes por vivienda de 2,8 personas.

La Figura 1 representa un aspecto de la muestra. En el eje vertical se grafica la superficie por persona en la vivienda unifamiliar, en función de la superficie cubierta de la misma. Es decir, para cada punto, el valor en el eje y es el espacio de que dispone un habitante, y su correspondiente x es el tamaño total de la vivienda. Se observa un aumento del espacio habitable por persona a medida que aumenta el tamaño de la vivienda. El promedio de la muestra es de 41 m²/persona.

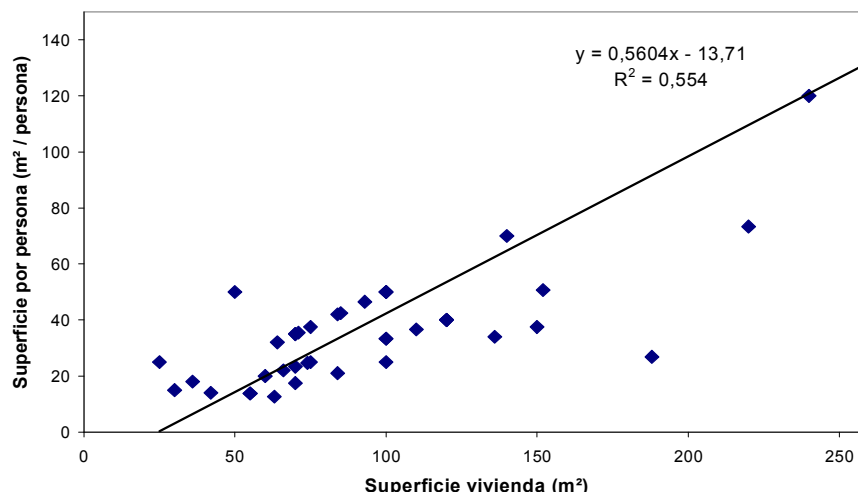


Figura 1: Espacio habitable por persona, en función del tamaño de la vivienda unifamiliar.

En la Figura 2 se grafican los consumos de gas bimestrales de la muestra. Para un mejor análisis del espectro sería deseable realizar la transformación a consumos mensuales, y representar los espectros por segmento de consumo o por tamaño de la vivienda, de forma similar a lo realizado por Czajkowski et al (2003b). Estos detalles se considerarán en análisis futuros cuando se disponga de una muestra numéricamente mayor. La Figura 2 muestra el consumo bimestral de gas de los usuarios encuestados. Cada usuario está representado por 7 bimestres consecutivos. No siendo relevante para este gráfico, un mismo símbolo puede repetirse para distintos usuarios.

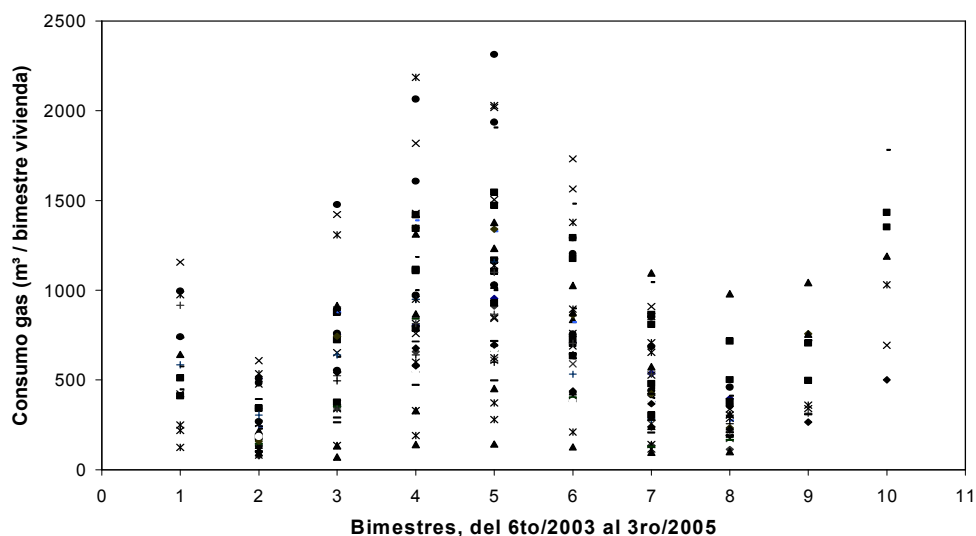


Figura 2: Consumo de gas natural en m³ por bimestre y por vivienda. El número 1 corresponde al 6to bimestre de 2003, y el 10 al 3er bimestre de 2005, correlativamente.

Los mayores consumos se tienen para los bimestres de invierno, indicados con los números 4 a 6 en el eje horizontal. En la encuesta se preguntó a los usuarios en qué mes apagan y prenden los calefactores. En su mayoría las respuestas fueron: apagado en noviembre o diciembre, y prendido en marzo o abril, dependiendo de las condiciones climáticas del año. Es decir, son solamente entre 2 y 4 meses que se tienen los calefactores apagados. Esto se ve reflejado en el espectro de la Figura 2, en donde sólo los primeros bimestres de 2004 y 2005 registran mínimos. En el resto del año la intensidad depende del nivel de confort que decida el usuario, y de las condiciones del ambiente exterior.

Cada m³ de gas natural provee, para la capacidad calorífica estándar de facturación, una energía de 38,9 MJ (9300 kcal). El consumo de electricidad se obtuvo en kWh (1 kWh = 3,6 MJ). Con estas equivalencias se grafica en la Figura 3 el consumo anual por vivienda en gas natural y electricidad, como función del tamaño en m² de superficie cubierta. Las rectas representan la interpolación por cuadrados mínimos. El promedio de la muestra en consumo de gas es de 163 GJ/año y por vivienda, y el de electricidad de 7,1 GJ/año y por vivienda, lo que hace un total de 170GJ de energía directa promedio consumida por vivienda. Estos promedios se indican por cruces en la Figura 3, situadas en x = 98m² y en color más claro. Los promedios encontrados en Holanda por Vringer y Blok (1995) han sido de 60 GJ para calefacción y 28 GJ para electricidad, lo que hace un total de 88 GJ por año y por vivienda. En Suecia el promedio de energía consumida por vivienda unifamiliar es cercano a 80GJ por año. Considerando la superficie de la vivienda, en Suecia el promedio de gasto de energía por unidad de superficie se encuentra entre 150 y 200 kWh/m², dependiendo este rango del tipo de combustible usado en calefacción (Statistics Sweden, 2003). En Bariloche, el promedio para la presente muestra es de 482 kWh/m².

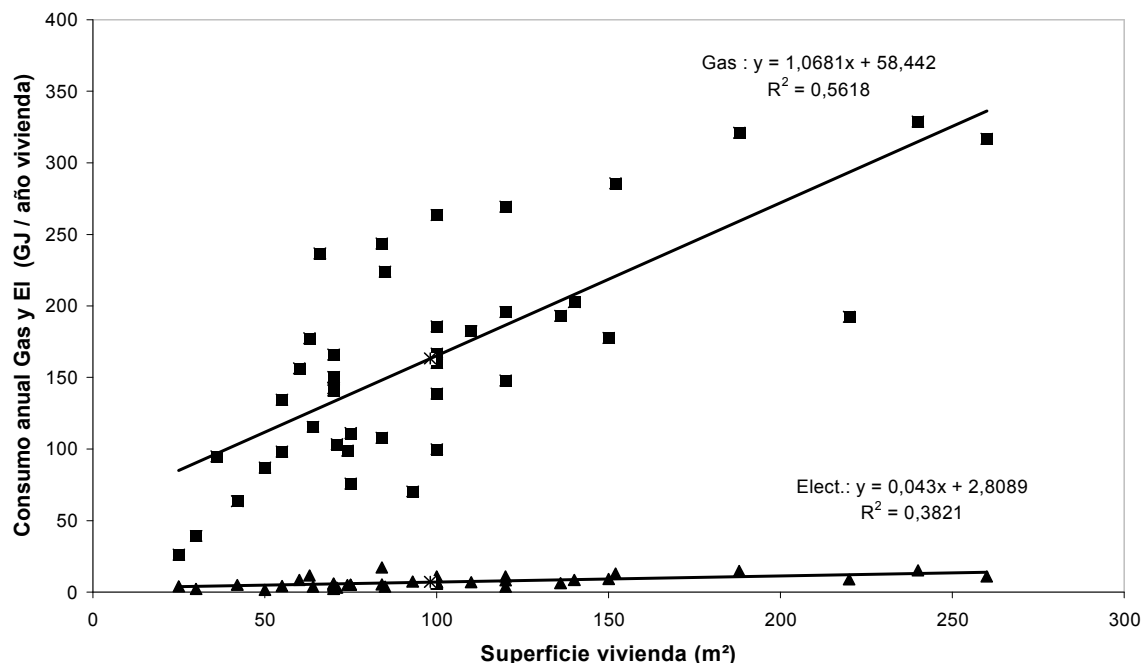


Figura 3: Consumo anual de gas natural y electricidad de usuarios residenciales en Bariloche, en función de la superficie de la vivienda unifamiliar. Los cuadrados llenos representan los valores de gas natural, y los triángulos los de electricidad.

Si bien aun no contamos con comparaciones cuantitativas precisas a través de datos climatológicos y coeficientes para calefacción en grado-días, la inferencia de la comparación anterior muestra altos consumos comparados con Holanda y Suecia. Sobre todo este último es un país claramente de zona fría, situado a latitudes mayores a 55° Norte. Por otro lado, el resultado de esta comparación está de acuerdo con la observación de Czajkowsky et al (2003a), acerca de la diferencia de exigencia en calidad de aislantes entre las normas IRAM y las ISO Europeas.

Para el Gran La Plata, Rosenfeld et al (2003) obtuvieron promedios de 1883m³/año de gas natural y 2430 kWh de electricidad por año, lo cual representa un consumo por vivienda de 46 GJ de gas y 8,7 GJ de electricidad. Este consumo eléctrico es similar al encontrado en el presente trabajo para la ciudad de Bariloche.

EQUIVALENCIA ENERGÉTICA EN COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS AL GAS NATURAL

Al presente no contamos con datos de consumo de usuarios desconectados al gas natural de red, quienes se calefaccionan usualmente con leña y, en las zonas urbana y periurbana utilizan gas envasado para cocción y agua caliente sanitaria. En menor proporción, existen usuarios con poder adquisitivo suficiente para calefaccionar con gas envasado.

Para entender esta situación es interesante comparar costos del recurso energético para los combustibles alternativos al gas natural. La Tabla I resume estas equivalencias. Para el gas envasado la comparación es directa, dado que los artefactos son los mismos y el rendimiento térmico de uno y otro gas es muy similar. Tomando el cociente de los poderes caloríficos, 49,7 MJ/kg para gas envasado y 38,9 MJ/m³ para gas natural, se obtiene que 1 kg de gas envasado provee la misma energía que 1,28 m³ de gas natural. Estrictamente, en la comparación debe considerarse el poder calorífico inferior (45,5 MJ/kg para gas envasado y 34,5 MJ/m³ para gas natural), dado que en la combustión tratada aquí el agua se obtiene en forma de vapor. Como el resultado del cociente difiere sólo en 3%, entonces se prefiere trabajar con los datos de energía dados por los proveedores.

El consumo anual promedio encontrado en la presente muestra preliminar es de 4197 m³/vivienda y por año (163,2 GJ). Esto corresponde a 3280 kg de gas envasado. Para el cálculo del costo además asumimos igual nivel de confort para usuarios conectados y desconectados; y, sin pérdida de generalidad, el mismo tipo de soluciones constructivas de la vivienda. En la

región, el precio más bajo para el gas envasado subsidiado es de 1,6 \$/kg, entonces para el promedio de consumo resultaría un gasto anual mínimo de \$ 5300 de gas envasado. Mientras, el usuario conectado a la red pagará alrededor de \$ 503 por la misma cantidad de energía, con precio a consumidor final residencial y con subsidio al gas para región patagónica.

Es interesante realizar el cálculo para usuarios que utilizan leña. En este caso obtendremos un rango de valores dado por distintas eficiencias de uso del recurso. Promediando las eficiencias para calefacción, agua caliente sanitaria y cocción, el rendimiento térmico máximo en el uso de gas puede estimarse en un 40% mayor al de la leña. La madera seca en aire con 20% de humedad provee aproximadamente 15,5 MJ/kg (3700 kcal/kg) (FAO, 1991). Si se considera el mismo rendimiento para el uso de la leña que para el gas, se necesitan 10500 kg de leña para satisfacer la demanda de 163 GJ, y si se considera un 40% mayor de rendimiento para el gas, deben satisfacerse 232 GJ, y entonces se requerirán 15000 kg de leña por año y por vivienda. El precio del kg de leña en la región es muy variable. Un precio medio usual, si se compra por m³, resulta en aproximadamente 0,15 \$/kg, lo que correspondería a un costo anual entre \$1570 y \$ 2250 por vivienda.

Si se usase electricidad para calefacción, puede asumirse una eficiencia, para el uso final por el usuario sin considerar la generación eléctrica, a lo sumo 40% mayor a la del uso del gas. Entonces, el rango de energía requerida en la vivienda para satisfacer la demanda de 163 GJ estaría entre 45300 kWh y 32200 kWh por año y por vivienda, ya sea para rendimientos iguales o de un 40% mayor, respectivamente. Esto originaría un costo para el usuario residencial, a tarifa de Bariloche de 0,18 \$/kWh a consumidor final residencial, entre \$ 5700 y \$8150, respectivamente.

Minoritariamente se utiliza gasoil y kerosene en calefacción, y en algunos casos en cocción y calentamiento de agua. Como al presente no contamos con datos de eficiencias de artefactos que utilizan estos combustibles, se asume para la comparación el mismo rendimiento relativo al uso de gas natural. En este caso, para satisfacer los 163 GJ anuales se requerirían 4500 litros de gasoil o kerosene, a un costo de \$ 6800.

Recurso	Demanda de energía GJ/ año	Rendimiento relativo al gas natural	Energía requerida del recurso,GJ/año	Poder calorífico	Cantidad física requerida del recurso	Costo en Bariloche, \$ / año
Gas natural	163	1	163	38,9 MJ/m³	4190 m³	500
Gas licuado	163	1	163	49,7 MJ/kg	3280 kg	5300
Electricidad	163	1 - 1,4	116 - 163	3,6 MJ/kWh	32,2 - 45,3MWh	5700 - 8150
Leña	163	0,7 - 1	163 - 232	15,5 MJ/kg	10,5 – 15 Tons	1570 - 2250
Kerosene-Gasoil	163	1	163	36 MJ/litro	4500 litro	6800

Tabla 1: Cantidades y costos de recursos usuales alternativos al gas natural, para la obtención del mismo nivel de confort

La comparación anterior de recursos alternativos al gas natural muestra un camino directo al uso de leña, sobre todo para el consumo en calefacción, que puede considerarse el principal en la región.

No parece exagerado considerar que en las zonas con provisión de gas natural, la solución técnica más usada para resolver el problema de una infiltración o de un techo sin aislación, es disponer de más calefactores. Esto lleva a la típica instalación encontrada entre los encuestados, con un promedio de 3,5 artefactos por vivienda y 12200 kcal/h (14,1 kW) de potencia de calefactores instalados. Esto es cercano a un equipo de tiro balanceado por cada ambiente habitable. La potencia de los equipos individuales se encuentra en general entre 2000 y 5000 kcal/h (2,3kW a 5,8 kW). Un termotanque típico viene provisto de un quemador de 8000kcal/h (9,3 kW). Entonces, en una casa de 4 ambientes y baño, hay cerca de 20000 kcal/h (23 kW) de potencia instalada. En vista de esta distribución de artefactos y potencia instalada, no es sorprendente que el consumo promedio equivalente en gas licuado sea de 328 garrafas de 10 kg por año.

Por otro lado, es fácil observar la pérdida de calor al exterior derivada de las chimeneas cortas en los tiros balanceados. Basta con situar una mano cerca de la salida de gases. Sin embargo, la situación de dispositivos más eficientes con circulación por agua caliente puede tener la contraparte de la falta de mantenimiento. Por ejemplo, en uno de los hoteles céntricos más grandes de Bariloche, se observó repetidamente la necesidad de abrir ventanas en invierno para paliar una temperatura ambiente intolerable, producto de la falta de regulación en los dispositivos. Este hecho es también observado a menudo en oficinas y laboratorios de nuestro Centro Regional Universitario. Las válvulas de regulación están generalmente fuera de servicio.

ESTRATEGIA PARA EL USO RACIONAL Y LA DIVERSIDAD DE RECURSOS

Podría pensarse que una solución al problema de presión social sobre el bosque nativo, debido al uso de leña, sería el tendido de redes de gas natural en toda la región. Sin embargo, por un lado, como consecuencia de las características geográficas y demográficas patagónicas, esta solución no es viable. Por otra parte, resulta inapropiado apoyarse en un recurso no renovable, y con reservas en disminución debido al consumo actual y la exportación. De acuerdo a la Secretaría de Energía (<http://energia.mecon.gov.ar/contenidos/contenidos.asp?id=391>), las reservas de gas natural a enero de 2004, considerando las comprobadas más el 50% de las probables, alcanza para 15 años. Sin pérdida de generalidad podríamos considerar que este período afortunadamente se extienda a 30 años. Para el bosque, este tiempo es menor a la vida de un árbol relativamente joven. Es decir, el uso masivo de gas natural no puede resolver, de manera sustentable, las necesidades energéticas de las comunidades humanas de la región.

A mediano y largo plazo sería muy útil una estrategia más amplia, que combine por ejemplo:

- 1) investigación y difusión de técnicas constructivas apropiadas a la región;

- 2) establecer subsidios para la mejora edilicia, de los que serían beneficiarios todos los usuarios, y no sólo la porción conectada a cierto recurso;
- 3) educación en ahorro y uso racional;
- 4) información en eficiencia y mejora de artefactos;
- 5) promoción del uso de una diversidad de recursos, incluyendo las energías renovables, en viviendas y locales comerciales;
- 6) instalación de oficinas técnicas de ayuda, como centros de información y facilitación, independiente del interés comercial, con el foco en la problemática ambiental y el uso racional.
- 7) implementación de bosques para usos energéticos en la franja comprendida entre la isohieta de 700mm y la de 500mm de precipitación

CONCLUSIONES

La observación del uso de energía muestra que las soluciones constructivas, materiales aislantes y la elección de artefactos no están adecuados al clima de la Patagonia Andina. En los sectores con provisión de gas natural, de muy bajo precio relativo a los demás recursos, la ineficiencia global se traduce en consumos excesivos respecto a la prestación. Sin provisión de gas de red, la diferencia de costos presiona el uso de leña. Si bien este recurso se utiliza en forma aun menos eficiente que el gas, su accesibilidad lo transforma en una alternativa. Los resultados preliminares en una encuesta de viviendas unifamiliares de Bariloche muestran la necesidad urgente de estudios que ayuden a implementar la mejora de la calidad edilicia, el uso racional de energía y amplíen la diversidad de recursos promovidos. A futuro, sin un plan estratégico basado en buena tecnología y en educación en uso racional, el agotamiento inevitable del recurso no renovable del gas natural provee un marco preocupante también para la conservación de bosques en la región.

REFERENCIAS

- Czajkowski J. et al. (2003a). Comportamiento energético ambiental en viviendas del Gran La Plata. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 7, 07.43-07.47
- Czajkowski J. et al. (2003b). Análisis de la relación entre demanda de gas natural en calefacción según EnergoCAD y consumos reales en viviendas unifamiliares del Gran La Plata. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 7, 07.13-07.17
- Diario Río Negro (2005). Sección Vida Cotidiana, página 29, publicado el día 28/01/2005
- Energy (2003). Revista del Energy Forum of Finland, distribuida en Argentina por el Consulado de Finlandia
- FAO (1991). Aprovechamiento potencial de los residuos de madera para la producción de energía. Disponible en www.fao.org/docrep/t0269s/T0269S00.htm
- FAO (2001). Asia industrial and institutional stove compendium. Libre acceso en www.fao.org/DOCREP/006/AD095E/AD095E00HTM#TOC
- González A.D. (2003). Comparación de artefactos domésticos, formas de energía y costo relativo, para el calentamiento de agua destinado a cocción de alimentos. *Energías Renovables y Medio Ambiente* 13, 27-36
- Li An et al (2002). Modeling the choice to switch from fuelwood to electricity. Implications for giant panda habitat conservation. *Ecological Economics* 42, 13, 445-457
- Ravindranath N.H. and Ramakrishna J. (1997). Energy options for cooking in India. *Energy Policy* 25, 1, 63-75
- Rosenfeld E. et al. (2003). El uso de la energía en el sector residencial del Gran La Plata. Discriminación de consumos, cambios tecnológicos y opinión de los usuarios en las décadas del '80 y '90. *AVERMA* 7, 07.25-07.30
- Statistics Sweden (2003). Energy statistics for one- and two-dwelling buildings in 2003. En <http://www.scb.se>
- Vringer K and Blok K (1995). The direct and indirect energy requirements of households in the Netherlands. *Energy Policy* 23, 10, 893-910
- Wang X. and Feng Z. (2001). Rural household energy consumption with the economic development in China: stages and characteristic indices. *Energy Policy* 29, 15, 1391-1397

ABSTRACT: The conditions of energy use in the Patagonian Andean region are studied. A survey among households in the city of Bariloche are presented. It is found that the construction techniques are not suitable for the region's climate. Isolation techniques are inefficient, infiltrations are common and windows are built usually with single thin glass. For households provided with natural gas, high consumptions related to end-use energy are found. Very different is the situation for those not connected to the natural gas network. For the same amount of energy, bottled gas prices in the region are 8 to 12 times higher than the corresponding to natural gas. Large areas in the mountain range covered by this study are out of the natural gas network. In addition, strong presence of tourism and associated services create specific needs which are partially met by firewood. By focusing on natural gas as the only solution, the future energy sustainability of the region is in danger. Strategies to increase the diversity of resources with emphasis on regional needs, are proposed.

Keywords: Households energy use, isolation efficiency, firewood, alternative resources, forest conservation